

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 81107241.2

51 Int. Cl.³: **G 01 C 25/00**
G 01 B 11/27

22 Anmeldetag: 14.09.81

30 Priorität: 16.09.80 DE 3034922

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.03.82 Patentblatt 82/12

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

71 Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT Berlin und München**
Postfach 22 02 61
D-8000 München 22(DE)

72 Erfinder: **Grage, Ludger, Ing.grad.**
Frühlingstrasse 46
D-8031 Eichenau(DE)

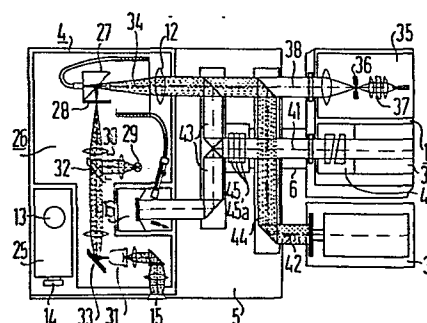
72 Erfinder: **Ryseck, Werner, Dipl.-Phys.**
Am Stüchgartl 2a
D-8042 Oberschleissheim(DE)

72 Erfinder: **Michl, Franz**
Carl-Maria-von-Weber-Weg 3
D-8192 Geretsried 2(DE)

54 Justier- und Prüfeinrichtung für ein Laserentfernungsmesssystem.

57 Zur parallelen Ausrichtung der optischen Achsen von Lasersender und Laserempfänger zueinander und zu einer optischen Referenzachse ist ein Kollimator in ein selbständiges Meßgerät eingebaut, welches mittels eines optischen und eines mechanischen Adapters an das Laserentfernungsmesssystem koppelbar ist. Die wichtigsten Systemkennwerte, wie Ausgangsleistung des Lasersenders, Entfernungsmessgenauigkeit und Systemempfindlichkeit können über ein in das Meßgerät eingebautes Leistungs- und Laufzeitmeßteil kontrolliert werden, das aus einer Streueinheit mit mindestens einer in den Kollimator eingekoppelten Lichtwellenleitung besteht. Die Erfindung ist bei der Prüfung von Laserentfernungsmessern anwendbar (Fig. 5).

FIG 5



SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 80 P 6 6 7 6 E

Justier- und Prüfeinrichtung für ein Laserentfernungs-
5 meßsystem

Die Erfindung betrifft eine Justier- und Prüfeinrichtung
für ein Laserentfernungsmeßsystem, insbesondere zur pa-
10 rallelen Ausrichtung der optischen Achsen von Sender und
Empfänger zueinander und zu einer optischen Referenzach-
se, mit einem Kollimator, der aus einer Kollimatorlinse,
einem Strahlenteilerwürfel mit Strichplatte, einer Licht-
quelle zur Beleuchtung der Strichplatte und einer Ein-
15 richtung zur Beobachtung der beleuchteten Strichplatte
besteht.

Für verschiedene Anwendungen, z.B. für militärische An-
wendungen, werden zur genauen und schnellen Bestimmung
der Entfernung eines Objektes, z.B. der Entfernung zw-
20 ischen einem Zielobjekt und einer Waffe, bereits in großem
Umfang Laserentfernungsmesser eingesetzt. Aufgrund der
intensiven Bündelung des Laserstrahles ist bei diesen Ge-
räten eine exakte Parallelität der optischen Achsen von
Lasersender und Laserempfänger sowie einer optischen Re-
25 ferenzachse, z.B. der Visierlinie einer Waffe oder eines
Richtgerätes, erforderlich. Es muß daher, z.B. nach der
Montage des gesamten Gerätes, eine Überprüfung und exak-
te Justierung des Laserentfernungsmessers vorgenommen
werden.

30 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine
Justier- und Prüfeinrichtung für ein Laserentfernungs-
meßsystem zu schaffen, welche vor allem die exakte Ver-
messung und Justierung der relevanten optischen Achsen,
35 d.h. die genaue Ausrichtung der Parallelität der opti-
schen Achsen von Lasersender und Laserempfänger zuein-
ander und zu einer optischen Referenzachse sowohl an ein-

gebauten als auch an ausgebauten Geräten ermöglicht, ohne daß Freiraummessungen mit den damit zusammenhängenden Sicherheitsrisiken und Meßunsicherheiten notwendig sind.

- 5 Diese Aufgabe wird bei einer Justier- und Prüfeinrichtung der eingangs genannten Art gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß der Kollimator in einem als selbständige Einheit mit einem eigenen Gehäuse ausgebildeten Meßgerät angeordnet und die optische Achse des Kollimators mittels
10 einer in dem Meßgerät vorgesehenen Einstelleinrichtung auf die Referenzachse ausrichtbar ist, daß zur optischen Kopplung des Meßgerätes an das Laserentfernungsmeßsystem ein als vorzugsweise selbständige Einheit mit einem eigenen Gehäuse ausgebildeter optischer Adapter vorgesehen
15 ist, der aus mindestens einem alle relevanten optischen Achsen des Laserentfernungsmeßsystems auf die Kollimatorachse lenkenden bewegbaren optischen Koppelglied besteht und daß zur mechanischen Kopplung des Meßgerätes an das Laserentfernungsmeßsystem ein das Meßgerät tragender mechanischer Adapter vorgesehen ist, der an dem Laserentfernungsmeßsystem oder seiner Tragekonstruktion befestigbar ist.
20

- Eine derartige Einrichtung besteht im wesentlichen aus
25 drei Einheiten, nämlich einem Meßgerät mit einem Meßkollimator sowie einem optischen und einem mechanischen Adapter zur Kopplung des Meßgerätes an das Laserentfernungsmeßsystem. Der Meßkollimator kann mit Hilfe der Einstelleinrichtung ohne weiteres auf eine Referenzachse,
30 die ggf. auch mit der Empfängerachse zusammenfallen kann, ausgerichtet werden. Nach dieser Einstellung können in Folge der optischen Kopplung des Meßgerätes mit dem Laserentfernungsmeßsystem über den optischen Adapter Sender- und Empfängerachse des Laserentfernungsmeßsystems
35 parallel zueinander und zu der Referenzachse ausgerichtet werden. Dabei ermöglicht die erfindungsgemäße Einrichtung aufgrund ihres vorteilhaften Aufbaus mit drei

kompakten homogenen Einheiten die Durchführung dieser Meß- und Justiervorgänge sowohl an eingebauten als auch an ausgebauten Geräten, ohne daß Freiraummessungen erforderlich sind. Die erfindungsgemäße Einrichtung kann
5 in Folge ihres vorteilhaften Aufbaus so ausgebildet werden, daß beim Laserbetrieb keine schädliche Laserstrahlung auftreten kann. Die Prüfung und Justierung eines Laserentfernungsmeßsystems kann daher auch innerhalb geschlossener Räume ohne Benutzung von Laserschutz-
10 brillen erfolgen

Laserentfernungsmesser besitzen in der Regel zwei optische Achsen, nämlich die Empfängerachse und die Senderachse. Diese beiden Achsen müssen - wie bereits beschrieben - zueinander und zu einer Referenzachse genau parallel ausgerichtet werden. Da die Achsabstände verschiedener Lasertypen unterschiedlich groß sind, werden bei einer erfindungsgemäßen Einrichtung in vorteilhafter Weise die Strahlengänge der jeweils zu vermessenden Achsen des
20 Laserentfernungsmeßsystems mit dem Strahlengang des Kollimators über bewegbare optische Koppelglieder, z.B. in Form von Z-Umlenkspiegeln, zur Deckung gebracht. Dieses Verfahren hat gegenüber einem Kollimator großer Apertur, mit dem alle zu vermessenden optischen Achsen gleichzeitig erfaßt werden können, erhebliche Vorteile. Ein
25 Vorteil besteht darin, daß der Meßkollimator in den Abmessungen klein gehalten werden kann. Außerdem ist die Meßgenauigkeit sehr hoch, weil nur mit achsnahen Strahlen gemessen wird (kleines Öffnungsverhältnis). Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß der Einfluß des Temperaturganges des Meßkollimators auf die Meßgenauigkeit
30 praktisch ausgeschaltet ist, weil mit achssymmetrischen Strahlen gemessen wird.

35 Die Anzahl der die optischen Achsen überbrückenden optischen Koppelglieder hängt bei einer erfindungsgemäßen Einrichtung vom Aufbau des jeweiligen Laserentfernungsmeßsystems ab. Bei einem System, bei welchem die Empfän-

gerachse und die Referenzachse zusammenfallen, ist mindestens ein optisches Koppelglied erforderlich, welches den Abstand Senderachse-Kollimatorachse überbrückt. Für den Fall, daß die Referenzachse von der Empfängerachse abweicht, werden mindestens zwei optische Koppelglieder verwendet, von denen das eine den Abstand Senderachse-Kollimatorachse und das andere den Abstand Kollimatorachse-Referenzachse überbrückt. Schließlich kann noch ein weiteres optisches Koppelglied notwendig sein, wenn die Kollimatorachse von der Empfängerachse abweicht. Dieses weitere Koppelglied überbrückt dann den Abstand Kollimatorachse-Empfängerachse.

In vorteilhafter Weise ist bei einer erfindungsgemäßen Einrichtung der Kollimator als Infrarot-Kollimator mit einer Infrarot-Lichtquelle, einem im Strahlengang der Infrarot-Lichtquelle angeordneten Filter, einem Infrarot-Bildwandler und einem in den Strahlengang des Infrarot-Bildwandlers eingespiegelten Okular als Beobachtungseinrichtung ausgebildet. Auf diese Weise ist es möglich, mit einem einzigen Gerät bei der visuellen Betrachtung im sichtbaren Spektralbereich zu arbeiten, während der aktiv messende Kollimator im nicht sichtbaren Gebiet liegt und mit der Betriebswellenlänge des Laserentfernungsmessers, beispielsweise bei Verwendung eines YAG-Nd-Lasers mit $\lambda = 1,064 \mu\text{m}$ arbeitet.

Es ist bei einem als Infrarot-Kollimator ausgebildeten Kollimator jedoch auch möglich, anstelle eines Infrarot-Bildwandlers mit Okular zur Betrachtung der Infrarot-beleuchteten Strichplatte eine Fernsehkamera mit abgesetztem Monitor zu verwenden.

Zweckmäßigerweise sind bei einer erfindungsgemäßen Einrichtung im Strahlengang zwischen Sender und Kollimator Dämpfungsfilter angeordnet.

Bei einer erfindungsgemäßen Einrichtung kann außer der Messung der Parallelität der optischen Achsen von Sender und Empfänger zueinander und zu einer optischen Referenzachse gleichzeitig auch noch eine Kontrolle des Fernfeldes und der Divergenz des Laserstrahles sowie eine Vermessung des Empfängergesichtsfeldes durchgeführt werden, ohne daß es zusätzlicher Einrichtungen bedarf.

Bei Laserentfernungsmessern kann es jedoch erforderlich sein, von Zeit zu Zeit und/oder bei bestimmten Anwendungen weitere wichtige Systemkennwerte zu überprüfen. Es wäre daher vorteilhaft, eine Justier- und Prüfeinrichtung zur Verfügung zu haben, welche außer der Vermessung der optischen Achsen auch die Überprüfung der wichtigsten Systemkennwerte ermöglicht. Es ist daher Aufgabe von verschiedenen Weiterbildungen der Erfindung, eine solche Justier- und Prüfeinrichtung zu schaffen.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist daher in einem eigenen geschlossenen Raum des Meßgerätes eine Streueinheit mit einer das Laserlicht des Sendestrahles diffus streuenden Streuscheibe vorgesehen und im Streubereich der Streuscheibe ein mit einer Leistungsmeßelektronik in Verbindung stehendes Fotoelement angeordnet. Durch eine derartige Streueinheit ist ein Leistungsmeßteil geschaffen, mit dessen Hilfe eine Kontrolle der Ausgangsleistung des Lasersenders durchgeführt werden kann.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform einer solchen erfindungsgemäßen Einrichtung ist dadurch weitergebildet, daß in den Streubereich der Streuscheibe ein Ende mindestens einer Lichtwellenleitung bestimmter Länge und das andere Ende der Lichtwellenleitung in den Kollimator eingekoppelt ist. Hierbei wird die durch die Länge der als optische Verzögerungsleitung wirkenden Lichtwellenleitung bedingte Laufzeit vom Laserentfernungsmesser als

Entfernungsmeßwert ausgewertet. Mit einer derartigen Einrichtung kann daher gleichzeitig auch eine Prüfung der Entfernungsmeßgenauigkeit durchgeführt werden.

- 5 Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Einrichtung mit zwei Lichtwellenleitungen ist vorgesehen, daß die zusätzliche^{Lichtwellenleitung}/eine derartige Länge aufweist, daß durch die zusätzliche Lichtwellenleitung eine einer bestimmten Meßstrecke entsprechende Differenzlänge entsteht. Durch Umleitung eines Lichtanteils des Sendestrahls über die eine Nebenstrecke bildende zusätzliche optische Verzögerungsleitung läßt sich eine Funktionsprüfung der Doppelechoauswertung bzw. eine Kontrolle der Tiefenauflösung durchführen.

15

Mit Hilfe der im Meßgerät vorgesehenen Streueinheit ist in Verbindung mit den vorgesehenen Dämpfungsfiltren ferner gleichzeitig auch eine Messung der Systemempfindlichkeit über eine Ermittlung des Extinktionswertes möglich.

- 20 Um diese zusätzlichen Messungen mit den vorhandenen optischen Koppelgliedern vornehmen zu können, ist es zweckmäßig, wenn das den Abstand Kollimatorachse-Senderachse überbrückende optische Koppelglied des optischen Adapters auch den Abstand Streueinheit-Senderachse überbrückt und vor die Streueinheit schwenkbar ist und wenn der Kollimatorausgang und die Streueinheit auf einem Kreisbogen liegend angeordnet sind.

- Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes des Patentanspruchs¹ sind in den übrigen Unteransprüchen angegeben. So ergibt sich eine besondere einfache Handhabung der Einstellung der Kollimatorachse auf die Referenzachse bei einer erfindungsgemäßen Einrichtung dadurch, daß der Kollimator auf einer in x- und y-Richtung eines Koordinatensystems mittels der Einstelleinrichtung bewegbaren Trageinrichtung angeordnet ist.

Bei einer einfachen kompakten Ausführungsform eines bei der erfindungsgemäßen Einrichtung verwendbaren mechanischen Adapters ist in vorteilhafter Weise vorgesehen, daß der mechanische Adapter aus mindestens zwei quer zu-

5 einander angeordneten Tragplatten besteht, von denen die eine Tragplatte zur schraubbaren Befestigung des Meßgerätes und die zur ersten Tragplatte quer angeordneten Tragplatten zur Befestigung des mechanischen Adapters am Laserentfernungsmeßsystem oder dessen Tragekonstruk-

10 tion dienen.

Im Hinblick auf die Sicherheit bei der Bedienung der erfindungsgemäßen Einrichtung ist es zweckmäßig, wenn der optische Adapter an der dem Lasersender zugewandten Außen-

15 seite mit einem geschlossenen, den Abstand/^{zwischen} dem optischen Adapter und der Senderoptik überbrückenden Schutztubus ausgebildet ist.

Ebenfalls im Hinblick auf die Bedienungssicherheit der erfindungsgemäßen Einrichtung ist es von Vorteil, wenn

20 das Meßgerät mit einer Sicherheitseinrichtung ausgebildet ist und die Meßvorgänge nur bei geschlossenem Sicherheitskreis der Sicherheitseinrichtung durchführbar sind. Hiermit wird ein unbeabsichtigtes Austreten

25 von Laserstrahlung und damit eine Gefährdung des Bedienungspersonals verhindert.

Schließlich ist es in baulicher und bedienungstechnischer Hinsicht vorteilhaft, wenn bei der erfindungsgemäßen Einrichtung alle Bedien- und Anzeigeelemente des

30 Meßgerätes auf einem als selbständige Einheit abnehmbar auf dem Meßgerät befestigten Bedien- und Anzeigefeld zusammengefaßt sind. Damit kann das Meßgerät auch vom abgesetzten Bedien- und Anzeigefeld betrieben werden.

35

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispieles einer Justier- und Prüfeinrichtung für ein Laserentfernungsmeßsystem

näher erläutert. Es handelt sich dabei um ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel, welches die Durchführung aller oben beschriebenen Messungen und Kontrollen mit einer einzigen Einrichtung ermöglicht. Es zeigen die

5

Fig. 1 eine Aufbauübersicht einer erfindungsgemäßen Einrichtung,

Fig. 2, 3 und 4 in Vorderansicht, Seitenansicht und Draufsicht jeweils ein bei der erfindungsgemäßen Einrichtung verwendbares Meßgerät,

10

Fig. 5 bis 11 den näheren Aufbau der erfindungsgemäßen Einrichtung mit den verschiedenen Meßvorgängen.

15

Die Aufbauübersicht in Fig. 1 zeigt die erfindungsgemäße Einrichtung, welche mechanisch und optisch an ein Laserentfernungsmeßsystem 1 angekoppelt ist. Dieses Laserentfernungsmeßsystem ist auf einer Tragekonstruktion 2 befestigt, an der auch eine zum System gehörende Referenzeinheit 3 angeordnet ist, deren optische Achse hier von den optischen Achsen des Lasersenders und des Laserempfängers abgesetzt ist. Die Einrichtung nach Fig. 1 besteht aus drei selbständigen Einheiten, nämlich einem Meßgerät 4 sowie einem an dieses Meßgerät mechanisch koppelbaren optischen Adapter 5 mit Schutztubus 6 und einem mechanischen Adapter 7, der das Meßgerät 4 und den optischen Adapter 5 trägt und an dem Laserentfernungsmeßsystem oder seiner Tragekonstruktion 2 befestigbar ist. Der mechanische Adapter 7 besteht hier z.B. aus drei Tragplatten 8 bzw. 9a und 9b, von denen die Tragplatte 8 zur schraubbaren Befestigung des Meßgerätes 4 und die beiden zur ersten Tragplatte senkrechten Tragplatten 9a, 9b zur Befestigung des mechanischen Adapters 7 an der Tragekonstruktion 2 dienen. Die Stromversorgung für das Meßgerät ist in einem Koffer 10 untergebracht, der gleichzeitig als Transportkoffer für das Meßgerät, für Verbindungs- und Anschlußkabel 11 und Werkzeug dient und mit einem nicht dargestellten Deckel spritzwasserdicht

20

25

30

35

abschließbar ist. Der optische und der mechanische Adapter können in einem weiteren, nicht näher dargestellten Transportkoffer untergebracht werden, der u.a. auch weiteres Werkzeug oder weitere Verbindungs- und Anschlußkabel enthalten kann.

In den Fig. 2, 3 und 4 ist das Meßgerät 4 näher dargestellt. Es ist als selbständige Einheit mit einem eigenen Gehäuse ausgebildet und weist als wesentlichen Bestandteil der Einrichtung einen Meßkollimator auf, dessen Kollimatorlinse 12 in Fig. 2 zu sehen ist. Zur Einstellung der Kollimatorachse auf die optische Achse der Referenzeinheit 3 ist in dem Meßgerät 4 eine Einstell-

einrichtung 25 vorgesehen, welche im wesentlichen aus einem Einstellgetriebe besteht, das von außen mittels zweier Drehknöpfe 13 und 14 zu betätigen ist. Zur Einstellung ist der Kollimator zweckmäßigerweise auf einer in x- und y-Richtung eines Koordinatensystems über die Einstelleinrichtung bewegbaren Trageinrichtung angeordnet. Auf diese Weise wird der Kollimator in zwei Achsen intern derart gekippt, daß die Kollimatorachse genau parallel zur Referenzachse liegt. Bei zu großer Ablage der Kollimatorachse kann ggf. eine Voreinstellung durch eine mechanische oder optische Ausrichthilfe ermöglicht werden. Ferner ist das Meßgerät noch mit einem Okular 15 als Beobachtungseinrichtung und einer später noch beschriebenen Streueinheit 16 ausgestattet. Wie insbesondere aus den Fig. 3 und 4 zusehen ist, ist das Meßgerät an seiner Vorderseite zur mechanischen Ankopplung des optischen Adapters mit einer Schwalbenschwanzführung 17 und einer Schraubklemmung 18 ausgebildet. Auch der optische Adapter selbst weist an der entsprechenden Außenseite in diese Schwalbenschwanzführung passende Führungen auf. Schließlich ist auf dem Meßgerät noch ein Bedien- und Anzeigefeld 19 befestigt, auf welchem alle Bedien- und Anzeigeelemente für die Durchführung der Mes-

sungen, Kontrollen und Schaltungen zusammengefaßt sind. Das Bedien- und Anzeigefeld 19 ist als selbständige Einheit ausgebildet und abnehmbar am Meßgerät befestigt, so daß dieses auch vom abgesetzten Bedien- und Anzeigefeld betreibbar ist. Das Bedien- und Anzeigefeld 19 ist z.B. mit zwei Entfernungsmeßwertanzeigen 20, 21, einer Sendebetrieb-Einschaltung sowie digitalen Ziffernanzeigen für die verschiedenen Meßvorgänge versehen. Schließlich ist das Meßgerät noch mit einer automatischen Selbstprüfeinrichtung mit Signalisierung der Betriebsbereitschaft der Einrichtung und Überwachung der elektrischen Funktionen des Meßgerätes sowie mit einer Sicherheitseinrichtung ausgebildet, wobei die Meßvorgänge nur bei geschlossenem Sicherheitskreis der Sicherheitseinrichtung durchführbar sind. Wie in den Fig. 2, 3 und 4 ferner noch zu sehen ist, ist das Meßgerät mittels dreier Schrauben 22 am mechanischen Adapter 7 befestigt. Der mechanische Adapter ermöglicht die meßtechnisch einwandfreie Anbringung des Meßgerätes einschließlich des optischen Adapters an das zu überprüfende Laserentfernungsmeßsystem. Dabei sind Meßgerät und Laserentfernungsmeßsystem derart gekoppelt, daß der Kollimatorausgang mit der Kollimatorlinse 12 genau dem Laserempfänger gegenübersteht, d.h. Kollimatorachse und Empfängerachse fluchten miteinander.

Der nähere Aufbau der erfindungsgemäßen Einrichtung wird nun anhand der Fig. 5 erläutert, in welcher die Justier- und Prüfeinrichtung und ein Laserentfernungsmeßsystem sowie deren Kopplung schematisch dargestellt sind. Das Meßgerät 4 enthält - wie bereits erwähnt - eine Einstell- einrichtung 25 mit zwei Drehknöpfen 13, 14, eine Streueinheit 16 und den Kollimator 26. Dieser ist hier als Infrarot-Kollimator ausgebildet, der auf Wellenlängen von z.B. 1064 nm und 633 nm korrigiert ist. Der Infrarot-Kollimator 26 besteht hier aus einer Kollimatorlinse 12, einem Strahlenteilerwürfel 27 mit an einer Würfelseite vorgesehener Strichplatte 28, einer Infrarot-Lichtquelle

29 zur Beleuchtung der Strichplatte mit vorgesetztem Filter oder Filtersatz 30 zur schmalbandigen Filterung sowie einem Infrarot-Bildwandler 31 mit dem in den Strahlengang des Bildwandlers eingespiegeln, mit einem Schutzfilter
5 ausgestatteten Okular 15 als Einrichtung zur Beobachtung der beleuchteten Strichplatte 28 des Strahlenteilerwürfels 27. Außerdem sind noch entsprechende Linsensysteme in den Kollimatorstrahlengang eingefügt. Der Strahlengang der Infrarot-Lichtquelle 29 und des Infrarot-Bildwandlers
10 31 verlaufen parallel zueinander und senkrecht zum Strahlengang des Kollimators, wobei der Strahlengang der Infrarot-Lichtquelle mittels eines Teilerspiegels 32 und der Strahlengang des Infrarot-Bildwandlers mittels eines Spiegels 33 in den Strahlengang des Kollimators eingespiegelt
15 sind. Die Kollimatorachse ist hier mit 34 bezeichnet.

Das Laserentfernungsmeßsystem besteht aus einem dem Kollimatoreausgang gegenüberstehenden Empfänger 35 mit Gesichtsfeldblende 36, einer Filteranordnung 37 und entsprechender Empfängeroptik mit Empfängerachse 38 sowie einem Sender 39 mit einer von zwei Keilscheiben gebildeten Ablenk-
20 einheit 40 und entsprechender Senderoptik mit Senderachse 41. Außerdem ist noch die Referenzeinheit 3 mit der Referenzachse 42 in Fig. 5 eingezeichnet, welche hier
25 von der Empfängerachse abliegt und z.B. die Referenzachse eines Visiergerätes darstellt.

Zur optischen Kopplung zwischen dem Meßgerät 4 und dem aus Empfänger 35, Sender 39 sowie der Referenzeinheit
30 3 bestehenden Laserentfernungsmeßsystem 1 ist der optische Adapter 5 vorgesehen, der hier wie das Meßgerät als selbständige Einheit mit einem eigenen Gehäuse ausgebildet ist. Als wesentliche Elemente weist der optische Adapter zwei bewegbare optische Koppelglieder 43
35 bzw. 44 unterschiedlicher Länge auf. Diese Koppelglieder besitzen jeweils mindestens zwei parallel zueinander angeordnete Umlenkspiegel und sind hier z.B. als Z-Um-

lenkspiegel in Form von Parallelepipeden ausgebildet. Derartige Koppelglieder sind vorteilhafterweise in gewissen Grenzen justierungsempfindlich. Das kürzere Koppelglied 43 überbrückt den Abstand zwischen der Senderachse 41 und der Kollimatorachse 34, ist vom Kollimatorausgang um die Senderachse 41 vor die mit dem Kollimatorausgang auf einem Kreisbogen liegende Streueinheit 16 schwenkbar und überbrückt damit auch den Abstand zwischen der Streueinheit und der Senderachse. Das längere Koppelglied 44 überbrückt den Abstand zwischen der Kollimatorachse 34 und der Referenzachse 42 und ist mit seiner Eintrittsöffnung um die Senderachse 41 aus der Kollimator- und der Empfängerachse 34 bzw. 38 herauschwenkbar. Außerdem weist der optische Adapter noch austauschbare DämpfungsfILTER 45 auf, welche im Strahlengang zwischen Sender 39 und Kollimator 26 vorgesehen und hier zwischen den Koppelgliedern 43 und 44, also vor dem kürzeren Koppelglied 43 angeordnet sind. Die DämpfungsfILTER 45 dienen für die später beschriebene Extinktionswertmessung und bestehen in zweckmäßiger Weise aus kalibrierten Farb- und/oder Filtergläsern. Zur Abschwächung des Laserstrahls ist ferner noch mindestens ein zusätzliches, in den Strahlengang zwischen Sender 39 und Kollimator 26 ein- und ausschwenkbares DämpfungsfILTER 45a vorgesehen. Schließlich ist der optische Adapter 5 an der dem Lasersender 39 zugewandten Außenseite noch mit dem geschlossenen, den Abstand zwischen dem optischen Adapter und der Senderoptik überbrückenden Schutztubus 6 ausgebildet.

30

Die Meßvorgänge der erfindungsgemäßen Einrichtung beginnen mit der Grundjustierung des Gerätes, d.h. es muß Parallelität zwischen der Kollimatorachse 34 und der Referenzachse 42 hergestellt werden. Da - wie im Falle der Fig. 5 - Empfängerachse 38 und Referenzachse 42 nicht zusammenfallen, wird mittels des längeren Umlenkspiegels 44

35

im optischen Adapter 5 der in der Fig. 5 markierte Strahlengang des Infrarot-Kollimators 26 auf die Referenzachse 42 gelenkt. Die optische Achse 34 des Kollimators wird dann mit Hilfe der Einstelleinrichtung 25 genau auf die Referenzachse 42 ausgerichtet, wobei das Strichkreuz 46 (Fig. 6) der Kollimatorstrichplatte 28 mittels Beobachtung im Okular 15 mit einem Strichkreuz 47 einer Strichplatte der Referenzeinheit 3 zur Deckung gebracht wird.

10 Zur Prüfung und Justierung der optischen Achsen des Laserentfernungsmessers ist das Meßgerät 4 so an das Entfernungsmesssystem adaptiert, daß der Kollimator 26 genau dem Empfänger 35 gegenübersteht. Zur Prüfung der optischen Achse des Empfängers werden die Umlenkspiegel weg-
15 geschwenkt, so daß der optische Strahlengang Empfänger-Kollimator frei ist. Der Kollimator 26 steht nun direkt vor dem Empfänger (Fig. 7). Die Gesichtsfeldblende 36 des Empfängers 35 und damit die Lage der Empfängerachse 38 wird über den Kollimator scharf abgebildet (Fig. 8). Der
20 Durchmesser der Blende 36 ist ein Maß für das Empfänger-gesichtsfeld. Auf diese Weise kann durch Beobachtung des Bildes der Empfänger-gesichtsfeldblende im Okular 15 das Empfänger-gesichtsfeld vermessen und die Justierung der Empfängerachse kontrolliert und korrigiert werden.

25 In entsprechender Weise können die Justierung der Senderachse, die Sendestrahldivergenz und das Sendefernfeld überprüft werden. Zur Prüfung der optischen Achse 41 des Senders 39 wird der Sendestrahl über den kürzeren Umlenk-
30 spiegel 43 und die Dämpfungsfilter 45 in den Kollimator 26 gelenkt (Fig. 9). Das Fernfeld des Laserstrahls wird abgebildet (Fig. 10) und ermöglicht die Messung der optischen Achse des Senders. Der Durchmesser des abgebildeten Laserstrahles, d.h. des Leuchtfleckes 48, ist ein
35 Maß für die Divergenz.

Weitere Meßvorgänge, wie Kontrolle der Ausgangleistung des Lasersenders, Prüfung der Entfernungsmessgenauigkeit

und Messung der Systemempfindlichkeit, können mittels der in einem eigenen, geschlossenen Raum des Meßgerätes 4 vorgesehenen Streueinheit 16 vorgenommen werden (Fig. 11). Hierzu besteht die Streueinheit aus einer das Laserlicht des Sendestrahles diffus streuenden in der Mittelachse 50 der Streueinheit angeordneten Streuscheibe 51 und einem im Streubereich der Streuscheibe vorgesehenen, mit einer Leistungsmeßelektronik in Verbindung stehenden Fotoelement 52, z.B. einem Fotodetektor. Außerdem ist in den Streubereich der Streuscheibe 51 jeweils ein Ende von zwei Lichtwellenleitungen 53 und 54 eingekoppelt, die über einen optischen Koppler 55 auf eine gemeinsame Lichtwellenleitung 56 zusammengefaßt sind. Das andere Ende der gemeinsamen Lichtwellenleitung 56 ist in den Kollimator 26 eingekoppelt, indem es in Richtung der Kollimatorachse 34 an den Strahlenteilerwürfel 27 angekoppelt ist. Die Lichtwellenleitung ist auf eine Spule 57' aufgewickelt, welche im Gehäuse des Meßgerätes vorgesehen und hier konzentrisch zur Kollimatorachse 34 zwischen dem Strahlenteilerwürfel 27 und der Kollimatorlinse 12 angeordnet ist. Die Spule kann aber auch in der Streueinheit selbst untergebracht sein. Die von den beiden Lichtwellenleitungen 53 und 56 gebildete eine Lichtwellenleitung hat eine bestimmte Länge in einem Bereich von z.B. etwa 300 - 900 m und stellt eine optische Verzögerungsleitung dar. Die von den beiden Lichtwellenleitungen 54 und 56 gebildete andere Lichtwellenleitung hat eine zur ersten Lichtwellenleitung unterschiedliche Länge, indem die Lichtwellenleitung 54 länger ist als die Lichtwellenleitung 53 und eine zusätzliche optische Verzögerungsleitung als Nebenstrecke bildet, die eine bestimmte Länge hat, derart, daß durch die zusätzliche Nebenstrecke eine einer bestimmten Meßstrecke entsprechende Differenzlänge entsteht.

35

Als optische Koppler bei der Zusammenfassung mehrerer Lichtwellenleitungen auf eine gemeinsame Lichtwellenleitung kann

in vorteilhafter Weise ein optischer Koppler verwendet werden, wie er beispielsweise in der Zeitschrift "Siemens Components" 18 (1980), Heft 3, S. 144-150 oder in den "Siemens Forschungs- und Entwicklungsberichten" Bd. 8
5 (1979), Nr. 3, S. 130-135 angegeben ist.

Zur Leistungskontrolle wird nun der Strahl des Lasersenders 39 über den nun vor die Streueinheit 16 geschwenkten kürzeren Umlenkspiegel 43 in die Streueinheit gelenkt.
10 Ein Teil des an der Streuscheibe 51 diffus gestreuten Laserlichts gelangt auf das Fotoelement 52. Der Fotostrom wird in der Leitungsmeßelektronik ausgewertet und auf dem Anzeige- und Bedienfeld 19 (Fig. 4) digital angezeigt.

15 Zur Prüfung der Entfernungsmeßgenauigkeit wird ein Teil des an der Streuscheibe 51 diffus gestreuten Lichtes in beide Lichtwellenleitungen 53 und 54 eingekoppelt, am Ende der gemeinsamen Lichtwellenleitung 56 in den Kollimator 26 eingespeist und gerichtet in den Empfänger 35
20 gestrahlt. Die durch die Längen der Lichtwellenleitungen bedingten Laufzeiten werden vom Laserentfernungsmesser als Entfernungsmeßwerte ausgewertet und können auf der ersten Entfernungsmeßwertanzeige 20 (Fig. 4) des Bedien- und Anzeigefeldes 19 abgelesen werden. Zur Kontrolle der
25 Tiefenauflösung wird ein Teil des Lichtes über die von den beiden Lichtwellenleitungen 54, 56 gebildete, gegenüber der ersten Lichtwellenleitung längere Lichtwellenleitung, also über die Nebenstrecke, geschickt. Der zugehörige Entfernungsmeßwert kann auf der zweiten Entfernungsmeßwertanzeige 21 abgelesen werden.
30

Sie Systemempfindlichkeit schließlich wird über den sogenannten Extinktionswert ermittelt. Dazu wird der Laserstrahl ebenfalls auf die Streuscheibe 51 gerichtet. Ein
35 Teil des Streulichtes wird über die Lichtwellenleitungen 53, 54 und 56 in den Kollimator 26 eingekoppelt und gerichtet in den Laserempfänger 35 gestrahlt. Zur Ermittlung des Extinktionswertes wird der auf die Streuscheibe

51 gerichtete Laserstrahl mit den kalibrierten Dämpfungs-
filtern 45 so lange gedämpft, bis nur noch ca. 50% der
möglichen Entfernungsmeßwerte eines der beiden Entfer-
nungsmeßwerte angezeigt werden. Die Häufigkeit der mög-
5 lichen Entfernungsmeßwerte wird aus jeweils 100 Messun-
gen ermittelt und digital angezeigt. Die Dämpfungswerte
der Dämpfungsfilter ergeben zusammen mit der Eigendämpfung
des Meßgerätes ein Maß für die Systemempfindlichkeit.

36 Patentansprüche

11 Figuren

Patentansprüche:

1. Justier- und Prüfeinrichtung für ein Laserentfernungs-
meßsystem, insbesondere zur parallelen Ausrichtung der
5 optischen Achsen von Sender und Empfänger zueinander und
zu einer optischen Referenzachse, mit einem Kollimator,
der aus einer Kollimatorlinse, einem Strahlenteilerwür-
fel mit Strichplatte, einer Lichtquelle zur Beleuchtung
der Strichplatte und einer Einrichtung zur Beobachtung
10 der beleuchteten Strichplatte besteht, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß der Kollimator (26)
in einem als selbständige Einheit mit einem eigenen Ge-
häuse ausgebildeten Meßgerät (4) angeordnet und die op-
tische Achse des Kollimators mittels einer in dem Meßge-
15 rät vorgesehenen Einstelleinrichtung (25) auf die Refe-
renzachse (42) ausrichtbar ist, daß zur optischen Kopp-
lung des Meßgerätes (4) an das Laserentfernungsmeßsystem
(1) ein als vorzugsweise selbständige Einheit mit einem
eigenen Gehäuse ausgebildeter optischer Adapter (5) vor-
20 gesehen ist, der aus mindestens einem alle relevanten
optischen Achsen (38, 41, 42) des Laserentfernungsmeßsys-
tems auf die Kollimatorachse (34) lenkenden bewegbaren
optischen Koppelglied (43, 44) besteht und daß zur mecha-
nischen Kopplung des Meßgerätes (4) an das Laserentfer-
25 nungsmeßsystem (1) ein das Meßgerät (4) tragender mecha-
nischer Adapter (7) vorgesehen ist, der an dem Laserent-
fernungsmeßsystem (1) oder seiner Tragekonstruktion (2)
befestigbar ist.
2. Justier- und Prüfeinrichtung nach Anspruch 1, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Kollima-
30 tor (26) als Infrarot-Kollimator mit einer Infrarot-
Lichtquelle (29), einem im Strahlengang der Infrarot-
Lichtquelle angeordneten Filter (30), einem Infrarot-
Bildwandler (31) und einem in den Strahlengang des Infra-
35 rot-Bildwandlers eingespiegelten Okular (15) als Beobach-
tungseinrichtung ausgebildet ist.

3. Justier- und Prüfeinrichtung nach Anspruch 2, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Strah-
lengang der Infrarot-Lichtquelle (29) und des Infrarot-
Bildwandlers (31) parallel zueinander und senkrecht zum
5 Strahlengang des Kollimators (26) gerichtet und mittels
eines Teilerspiegels (32) bzw. eines Spiegels (33) in
den Strahlengang des Kollimators eingespiegelt sind.
4. Justier- und Prüfeinrichtung nach Anspruch 1, d a -
10 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Kol-
limator als Infrarot-Kollimator mit einer in den Koll-
imatorstrahlengang mittels eines Teilerspiegels einge-
spiegelten Infrarot-Lichtquelle, einem im Strahlengang
der Infrarot-Lichtquelle angeordneten Filter und einer
15 Fernsehkamera mit abgesetztem Monitor als Beobachtungs-
einrichtung ausgebildet ist.
5. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche
1 bis 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
20 daß der Kollimator (26) auf einer in x- und y-Richtung
eines Koordinatensystems mittels der Einstelleinrichtung
(25) bewegbaren Trageinrichtung angeordnet ist.
6. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche
25 1bis 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
die Einstelleinrichtung (25) aus einem mittels zweier
Drehknöpfe (13, 14) betätigbaren Einstellgetriebe be-
steht.
7. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der vorher-
30 gehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der mechanische Adapter (7) aus mindestens
zwei quer zueinander angeordneten Tragplatten (8, 9a, 9b)
besteht, von denen die eine Tragplatte (8) zur schraub-
baren Befestigung des Meßgerätes (4) und die zur ersten
35 Tragplatte (8) quer angeordneten Tragplatten (9a, 9b) zur
Befestigung des mechanischen Adapters (7) am Laserentfer-
nungsmeßsystem (1) oder dessen Tragekonstruktion (2) dienen.

8. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der optische Adapter (5) mit dem Meßgerät (4) mechanisch koppelbar ist.

5

9. Justier- und Prüfeinrichtung nach Anspruch 8, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das Meßgerät (4) und der optische Adapter (5) zur Ankopplung des optischen Adapters an den einander zugekehrten Seiten Schwalbenschwanzführungen (17) und eine Schraubklemmung (18) aufweisen.

10. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das Meßgerät (4) derart mit dem Laserentfernungsmesssystem (1) koppelbar ist, daß der Kollimatorausgang dem Empfänger (35) gegenübersteht.

11. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die optischen Koppelglieder (43, 44) des optischen Adapters (5) aus jeweils mindestens zwei parallel zueinander angeordneten Umlenkspiegeln bestehen.

12. Justier- und Prüfeinrichtung nach Anspruch 11, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die optischen Koppelglieder (43, 44) aus Z-Umlenkspiegeln bestehen.

13. Justier- und Prüfeinrichtung nach Anspruch 11 oder 12, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die optischen Koppelglieder (43, 44) aus Parallelepipeden bestehen.

14. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß im Strahlengang zwischen Sender (39) und Kol-

limator (26) Dämpfungsfilter (45) angeordnet sind.

15. Justier- und Prüfeinrichtung nach Anspruch 14, d a-
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Dämpfungs-
5 filter (45) im optischen Adapter vorgesehen sind.

16. Justier- und Prüfeinrichtung nach Anspruch 15, d a-
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Dämpfungs-
filter (45) im Strahlengang des Sendestrahles vor dem
10 den Stand Kollimatorachse (34)-Senderachse (41) überbrück-
kenden optischen Koppelglied (43) angeordnet sind.

17. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche
14 bis 16, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
15 daß die Dämpfungsfilter (45) austauschbar sind.

18. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche
14 bis 17, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß zur Abschwächung des Laserstrahles ein zusätzliches
20 in den Strahlengang zwischen Sender (39) und Kollimator
(26) ein- und ausschwenkbares Dämpfungsfilter (45a) vor-
gesehen ist.

19. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche
25 14 bis 18, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Dämpfungsfilter (45, 45a) aus kalibrierten Farb-
und/oder Filtergläsern bestehen.

20. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der vorher-
30 gehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h-
n e t , daß der optische Adapter (5) an der dem Laser-
sender (39) zugewandten Außenseite mit einem geschlosse-
nen, den Abstand zwischen dem optischen Adapter und der
Senderoptik überbrückenden Schutztubus (6) ausgebildet
35 ist.

21. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der vorher-
gehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h-

n e t , daß in einem eigenen, geschlossenen Raum des Meßgerätes (4) eine Streueinheit (16) mit einer das Laserlicht des Sendestrahles diffus streuenden Streuscheibe (51) vorgesehen ist und daß im Streubereich der Streuscheibe (51) ein mit einer Leistungsmeßelektronik in Verbindung stehendes Fotoelement (52) angeordnet ist.

22. Justier- und Prüfeinrichtung nach Anspruch 21, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das Fotoelement (52) aus einem Fotodetektor besteht.

23. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche 21 oder 22, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß in den Streubereich der Streuscheibe (51) ein Ende mindestens einer Lichtwellenleitung (53) bestimmter Länge und das andere Ende der Lichtwellenleitung in den Kollimator (26) eingekoppelt ist.

24. Justier- und Prüfeinrichtung nach Anspruch 23, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das in den Kollimator (26) eingekoppelte Ende der Lichtwellenleitung (56) in Richtung der Kollimatorachse (34) an den Strahlenteilerwürfel (27) angekoppelt ist.

25. Justier- und Prüfeinrichtung nach Anspruch 23 oder 24, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Lichtwellenleitung (53) auf einer Spule (54) aufgewickelt ist.

26. Justier- und Prüfeinrichtung nach Anspruch 25, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Spule (54) im Gehäuse des Meßgerätes (4) angeordnet ist.

27. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 26, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Lichtwellenleitung (53) eine Länge von etwa 300 bis 900 m aufweist.

28. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 27, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß bei mehreren Lichtwellenleitungen (53, 54) diese unterschiedliche Längen aufweisen.

5

29. Justier- und Prüfeinrichtung nach Anspruch 28, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Lichtwellenleitungen (53, 54) über einen optischen Koppler (55) auf eine gemeinsame Lichtwellenleitung (56) zusammengefaßt sind.

10

30. Justier- und Prüfeinrichtung nach Anspruch 29, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß bei zwei Lichtwellenleitungen (53, 54) die zusätzliche Lichtwellenleitung (54) eine derartige Länge aufweist, daß durch die zusätzliche Lichtwellenleitung (54) eine einer bestimmten Meßstrecke entsprechende Differenzlänge entsteht.

15

31. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 30, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das den Abstand Kollimatorachse (34)-Senderachse (41) überbrückende optische Koppelglied (43) des optischen Adapters (5) auch den Abstand Streueinheit (16)-Senderachse (41) überbrückt und vor die Streueinheit (16) schwenkbar ist und daß der Kollimatorausgang und die Streueinheit auf einem Kreisbogen liegend angeordnet sind.

20

25

32. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die optischen Koppelglieder (43, 44) um die Senderachse (41) schwenkbar sind.

30

33. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

35

n e t , daß das Meßgerät (4) mit mindestens einer Entfernungsmesswertanzeige (20, 21) versehen ist.

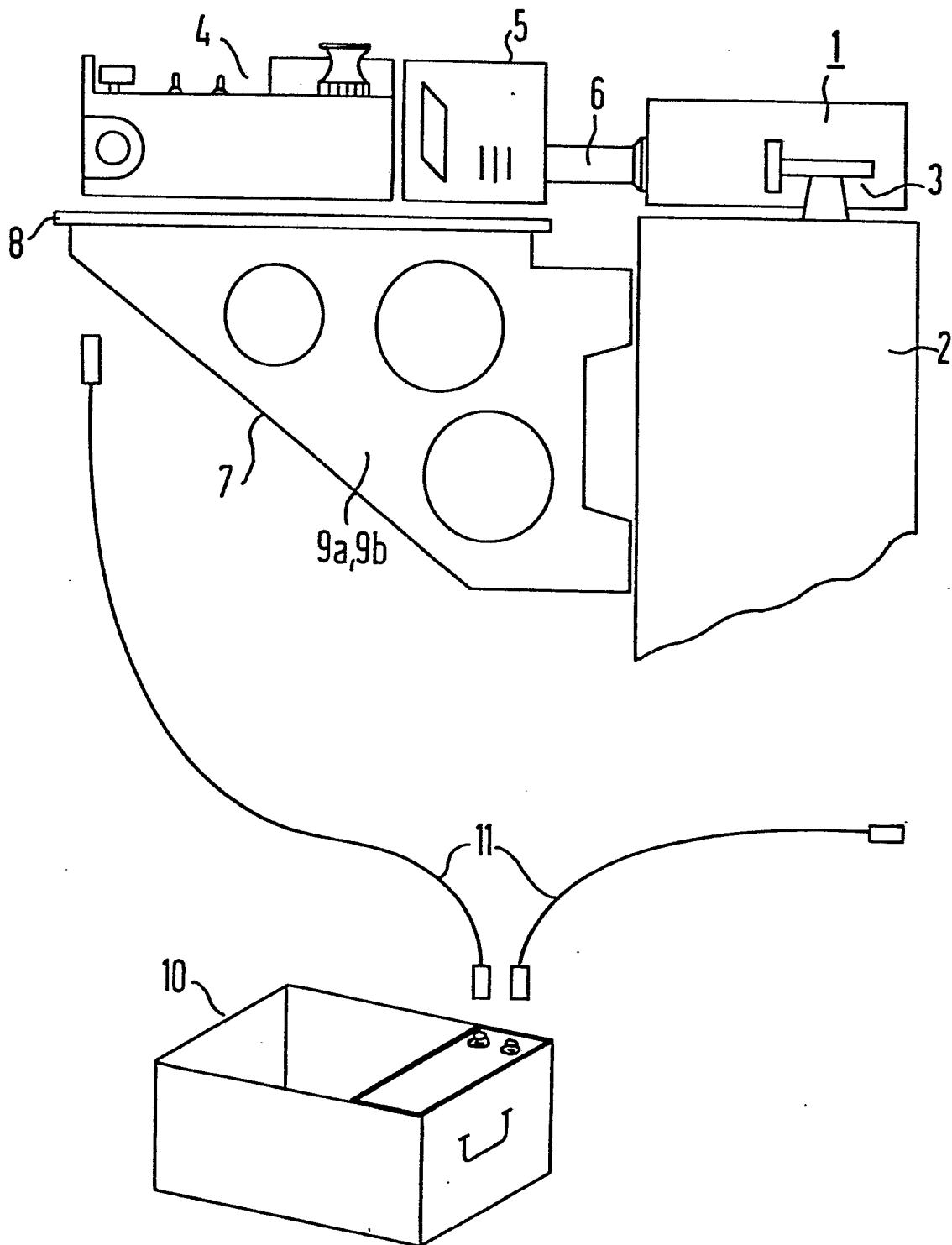
5 34. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß alle Bedien- und Anzeigeelemente des Meßgerätes (4) auf einem als selbständige Einheit abnehmbar auf dem Meßgerät befestigten Bedien- und Anzeigefeld (19) zusammengefaßt sind.

10 35. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das Meßgerät (4) mit einer Sicherheitseinrichtung ausgebildet ist und die Meßvorgänge nur bei geschlossenem Sicherheitskreis der Sicherheitseinrichtung
15 durchführbar sind.

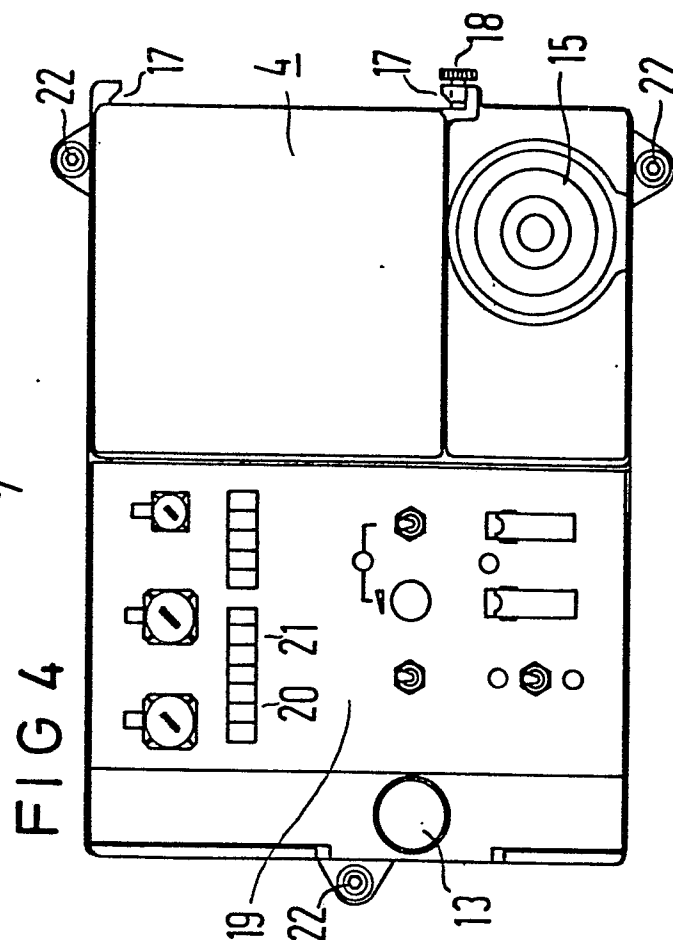
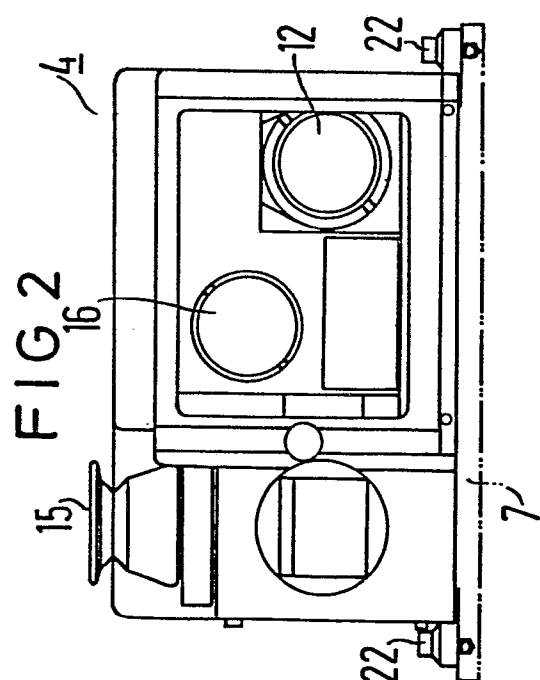
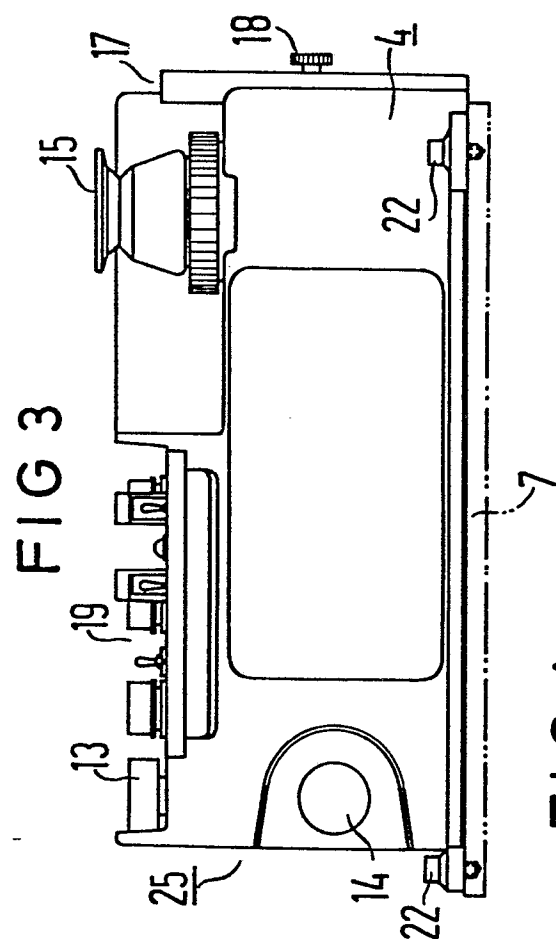
20 36. Justier- und Prüfeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Beobachtungseinrichtung mit mindestens einem Schutzfilter gegen die Laserstrahlung versehen ist.

1/4

FIG 1



2/4



3/4

FIG 5

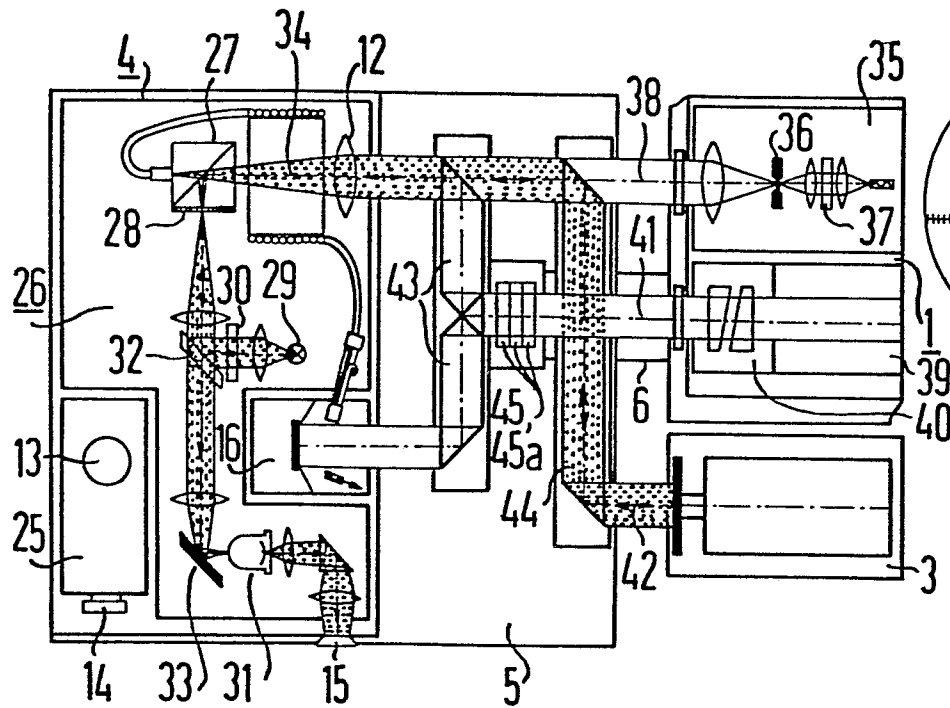


FIG 6

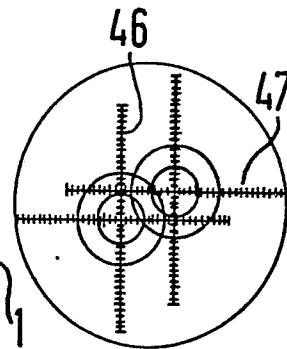


FIG 7

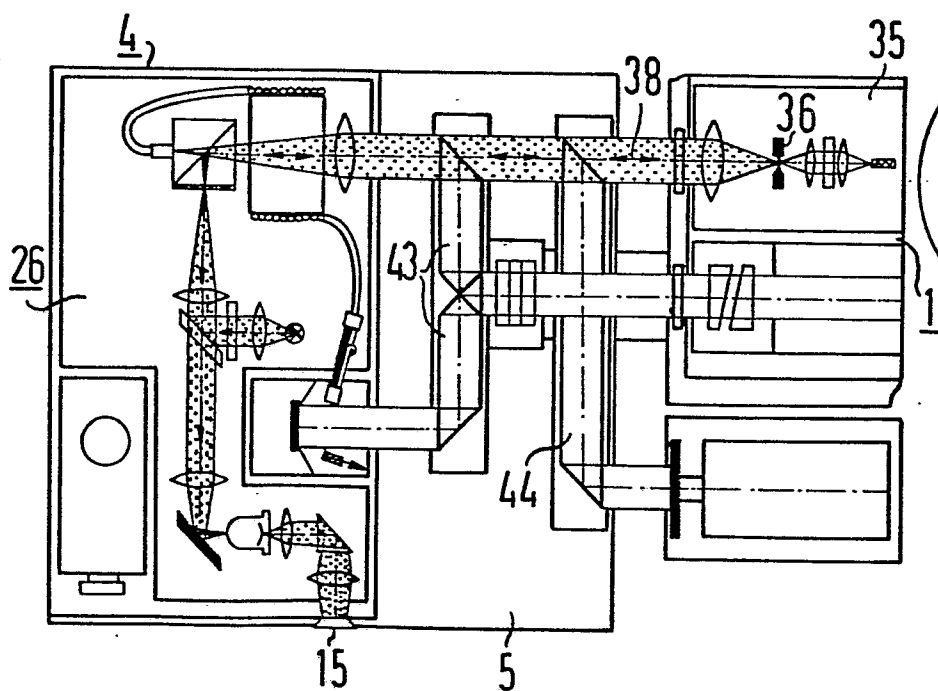
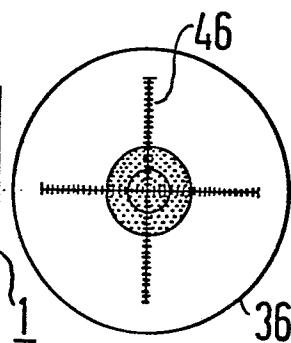


FIG 8



4/4

FIG 9

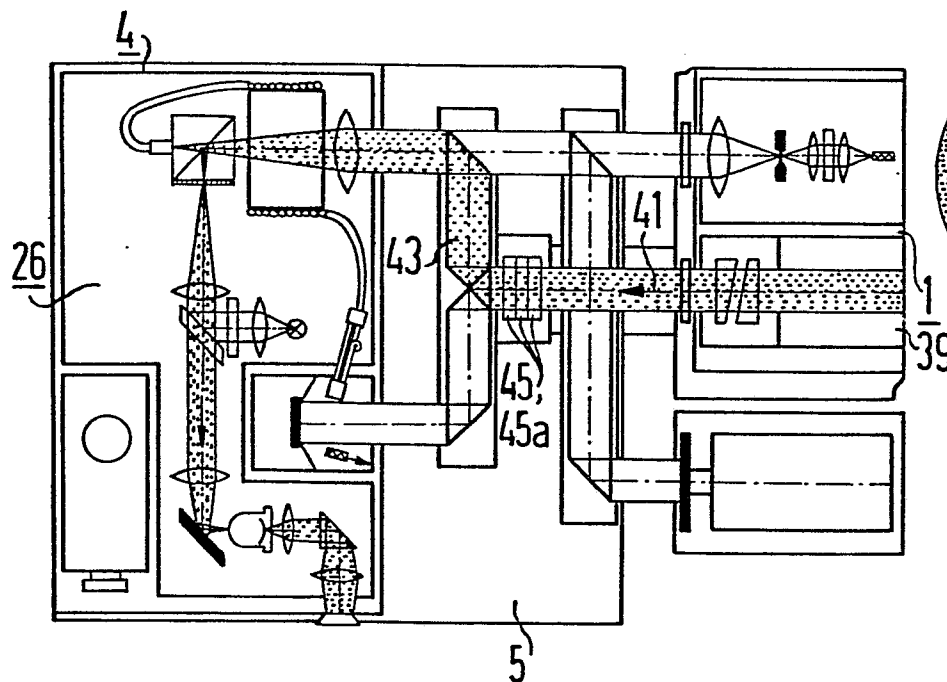


FIG 10

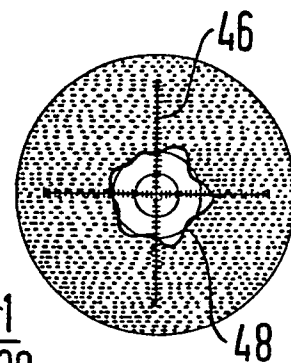


FIG 11

